

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-158648

(43)Date of publication of application : 13.06.2000

(51)Int.Cl.

B41J 2/045

B41J 2/055

(21)Application number : 10-337706

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 27.11.1998

(72)Inventor : FUJII SATORU

JINNO ISAKU

TAKAYAMA RYOICHI

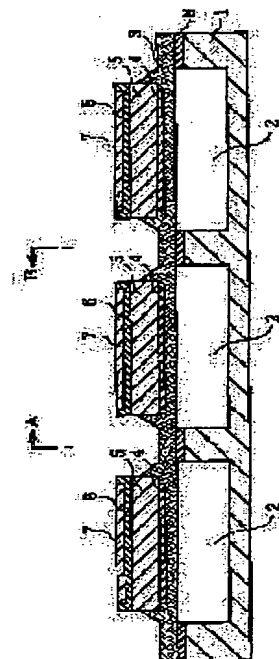
KAMATA TAKESHI

(54) INK JET RECORDING HEAD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent lowering of yield and occurrence of over-etching and to reduce a residual stress of a piezoelectric thin film and a manufacturing cost.

SOLUTION: In this recording head, a diaphragm membrane 3 for ejecting ink and a piezoelectric element having a piezoelectric thin film 5 in a perovskite crystal structure are formed on a face having a pressurizing chamber 2 formed thereon of an ink passage structure body 1 having the pressurizing chamber 2. A second electrode film 4 is formed on a face of the piezoelectric thin film 5 at a side of the pressurizing chamber 2. A first electrode film 7 is formed on the other face of the piezoelectric thin film 5. Gold or a gold alloy can be used for the first electrode film 7.



BEST AVAILABLE COPY

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-158648

(P2000-158648A)

(43) 公開日 平成12年6月13日 (2000.6.13)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テマコード* (参考)

B 4 1 J 2/045

B 4 1 J 3/04

1 0 3 A 2 C 0 5 7

2/055

審査請求 未請求 請求項の数14 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平10-337706

(22) 出願日 平成10年11月27日 (1998. 11. 27)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 藤井 覚

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72) 発明者 神野 伊策

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(74) 代理人 100101823

弁理士 大前 要

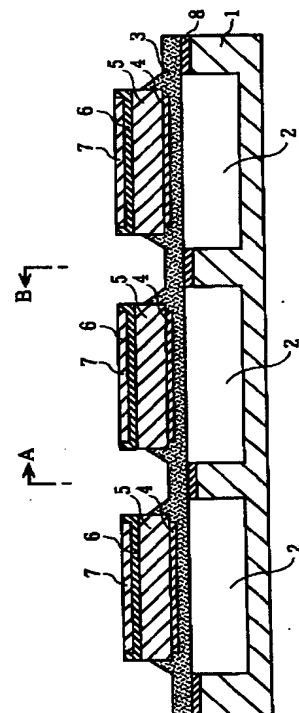
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 インクジェット式記録ヘッド

(57) 【要約】

【課題】 歩留りが低下したりオーバーエッチングが生じたりするのを抑制しつつ、圧電体薄膜の残留応力の低減と製造コストの低減とを図ることができるインクジェット式記録ヘッドの提供することを目的とするものである。

【解決手段】 圧力室2を備えたインク流路構造体1の圧力室形成面上に、インクを吐出させるための振動板膜3とペロブスカイト結晶構造を有する圧電体薄膜5とを有する圧電素子が形成されると共に、上記圧電体薄膜5における上記圧力室2側の面に第2電極膜4が形成される一方、上記圧電体薄膜5における他方の面に第1電極膜7が形成されたインクジェット式記録ヘッドにおいて、上記第1電極膜7として、金又は金合金を用いることを特徴とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 圧力室を備えたインク流路構造体の圧力室形成面上に、インクを吐出させるための振動板膜とペロブスカイト結晶構造を有する圧電体薄膜とを有する圧電素子が形成されると共に、上記圧電体薄膜における上記圧力室側の面に第2電極膜が形成される一方、上記圧電体薄膜における他方の面に第1電極膜が形成されたインクジェット式記録ヘッドにおいて、

上記第1電極膜として、金又は金合金を用いることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項2】 前記金合金として金－クロム合金又は金－ゲルマニウム合金を用いる、請求項1記載のインクジェット式記録ヘッド。

【請求項3】 前記金又は金合金が(100)方向に配向している、請求項1又は2記載のインクジェット式記録ヘッド。

【請求項4】 前記圧電体薄膜として、a軸及びb軸方向の格子定数が4.00085Åを超える強誘電体薄膜を用いると共に、前記第1電極膜として金を用いる、請求項3記載のインクジェット式記録ヘッド。

【請求項5】 前記強誘電体薄膜として、化学式 $Pb_xLa_yTi_zZr_wO_3$ で表され且つ組成範囲が下記(1)又は(2)のうちから選択された1つの組成範囲を有するものを用いる、請求項4記載のインクジェット式記録ヘッド。

(1) $x=1$ 、 $y=0$ 、 $0.2 \leq z \leq 0.55$ (好ましくは、 $0.2 \leq z \leq 0.52$)、 $z+w=1$

(2) $0.75 \leq x < 1$ 、 $x+y=1$ 、 $0.3 \leq z < 1$ 、 $z+w=1$

【請求項6】 前記第1電極膜上に、前記圧電体薄膜が直接形成されている、請求項1、2、3、4又は5記載のインクジェット式記録ヘッド。

【請求項7】 前記第1電極膜と前記圧電体薄膜との間には、Zrを含まない初期層が形成されている、請求項1、2、3、4又は5記載のインクジェット式記録ヘッド。

【請求項8】 前記初期層として、化学式 $Pb_xLa_yTi_zZr_wO_3$ (但し、 $0.7 \leq x \leq 1$ 、 $x+y=1$ 、 $0.925 \leq z \leq 1$ 、 $w=0$) で表される強誘電体薄膜を用いる、請求項7記載のインクジェット式記録ヘッド。

【請求項9】 圧力室を備えたインク流路構造体の圧力室形成面上に、インクを吐出させるための振動板膜とペロブスカイト結晶構造を有する圧電体薄膜とを有する圧電素子が形成されると共に、上記圧電体薄膜における上記圧力室側の面に第2電極膜が形成される一方、上記圧電体薄膜における他方の面に第1電極膜が形成されたインクジェット式記録ヘッドにおいて、上記第1電極膜として、導電性酸化物を用いることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項10】 前記導電性酸化物の格子定数が3.8Å以上である、請求項9記載のインクジェット式記録ヘッド。

【請求項11】 前記導電性酸化物として、ペロブスカイト構造の導電性酸化物を用いる、請求項9又は10記載のインクジェット式記録ヘッド。

【請求項12】 前記ペロブスカイト構造の導電性酸化物が、 $LaNiO_3$ 、 $LaCrO_3$ 、 $SrRuO_3$ 、 $CaRuO_3$ 、 $LSCO$ ($La_{1-x}Sr_xCoO_3$ で表され、 $0 \leq x \leq 1$ である) 又は超伝導材料から成る群から選択される、請求項11記載のインクジェット式記録ヘッド。

【請求項13】 前記超伝導材料として、化学式 $YBa_2Cu_3O_{7-x}$ (但し、 $0 \leq x \leq 0.4$) で表される超伝導材料を用いる、請求項12記載のインクジェット式記録ヘッド。

【請求項14】 前記圧電体薄膜として、化学式 $Pb_xLa_yTi_zZr_wO_3$ で表され且つ組成範囲が下記(1)～(3)のうちから選択された1つの組成範囲を有するものを用いる、請求項9、10、11、12又は13記載のインクジェット式記録ヘッド。

(1) $0.7 \leq x \leq 1$ 、 $x+y=1$ 、 $0.925 \leq z \leq 1$ 、 $w=0$

(2) $x=1$ 、 $y=0$ 、 $0.2 \leq z < 1$ 、 $z+w=1$

(3) $0.75 \leq x < 1$ 、 $x+y=1$ 、 $0.3 \leq z < 1$ 、 $z+w=1$

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、圧力室を備えたインク流路構造体の圧力室形成面上に、インクを吐出させるための振動板膜とペロブスカイト結晶構造を有する圧電体薄膜とを有する圧電素子が形成されると共に、上記圧電体薄膜における上記圧力室側の面に第2電極膜が形成される一方、上記圧電体薄膜における他方の面に第1電極膜が形成されたインクジェット式記録ヘッドに関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、パソコン等の印刷装置としてインクジェット記録装置を用いたプリンタが印字性能がよく、取り扱いが簡単で、しかも低コスト等の理由から広く普及している。このインクジェット記録装置には、熱エネルギーによってインク中に気泡を発生させ、その気泡による圧力波によりインク滴を吐出させるもの、静電力によりインク滴を吸引吐出させるものがある他、圧電素子のような振動子による圧力波を利用したもの等が検討されている。

【0003】 上記インクジェット記録装置のうち、圧電素子を用いたものは、例えば、インク吐出口に連通したインク流路と、そのインク流路に連通した圧力室と、この圧力室に設けられ、圧電体薄膜が接合された振動板膜

等により構成されている。そして、圧電体薄膜に所定の電圧を印加すると、圧電体薄膜が伸縮することによって、圧電体薄膜と振動板膜とが太鼓状の振動を起こして圧力室内のインクが圧縮され、それによりインク吐出口からインク液滴が吐出するような構成である。

【0004】ところで、昨今、白黒に代わりカラーのインクジェット記録装置が普及してきたが、当該インクジェット記録装置においては印字性能の向上、特に高解像度および高速印字が求められている。そのため、圧電体薄膜（圧電デバイス）として、代表的な強誘電体材料であるチタン酸ジルコン酸鉛（PZT）が提案されている。ここで、上記圧電体薄膜の作製には、一般的に、高い基板温度（500℃以上）が必要となるため、インクジェット式記録ヘッドにおける第1電極膜（下部電極膜）には化学的に安定な白金（Pt）が一般的に用いられている。しかし、第1電極膜として白金電極膜を用いた場合には、以下に示すような課題がある。

【0005】1）白金電極膜と外部電極パターンとの接続方法としては、導電性ペースト法とワイヤボンディング法とがあるが、生産性や信頼性の観点から、一般的には、ワイヤボンディング法が用いられている。ところが、上記白金電極膜は成膜基板との密着性に劣るため、白金電極膜と外部電極パターンとをワイヤボンディングする際に、白金電極膜が剥がれることがあり、ワイヤボンディング工程における歩留りが低下する。そこで、白金電極膜と成膜基板との間にチタン（Ti）等から成る密着層を新たに形成するというような方法が考えられるが、この方法では、相互拡散の問題が生じたり、新たな層を形成する必要があるため、インクジェット式記録ヘッドの製造プロセスが複雑化して、製造コストが高騰するという課題を生じる。また、白金電極膜の膜厚を大きくするという方法も考えられるが、この方法では、後の工程で白金電極膜をエッチングしてパターンニングする場合に、オーバーエッチングを生じる等の課題を有している。

【0006】2）圧電体薄膜である強誘電体（例えば、 $\text{PbZr}_{0.52}\text{Ti}_{0.48}\text{O}_3$ ）の格子定数は4.0360Åであるのに対して、Ptの格子定数は3.9231Åであり、両者の格子定数の差が大きい。したがって、強誘電体成膜時に格子のミスマッチを生じ、薄膜の残留応力が大きくなるため、インクジェット式記録ヘッドの歩留まりが低下する。

3）良好なPZTを作製するためには、成膜開始段階での ZrO_2 の成長を防ぐために、Zrを含まない初期層を新たに下部電極上に形成するのが好ましい。この結果、インクジェット式記録ヘッドの製造プロセスが複雑化して、製造コストが高騰するという課題を生じる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、以上の事情に鑑みなされたものであって、歩留りが低下したりオー

バーエッチングが生じたりするのを抑制しつつ、圧電体薄膜の残留応力の低減と製造コストの低減とを図ることができるインクジェット式記録ヘッドの提供を目的とするものである。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明のうちで請求項1記載の発明は、圧力室を備えたインク流路構造体の圧力室形成面上に、インクを吐出させるための振動板膜とペロブスカイト結晶構造を有する圧電体薄膜とを有する圧電素子が形成されると共に、上記圧電体薄膜における上記圧力室側の面に第2電極膜が形成される一方、上記圧電体薄膜における他方の面に第1電極膜が形成されたインクジェット式記録ヘッドにおいて、上記第1電極膜として、金又は金合金を用いることを特徴とする。

【0009】上記構成の如く、第1電極膜として金又は金合金を用いれば、これらの金属は成膜基板との密着性に優れるため、第1電極膜と外部電極パターンとをワイヤボンディングする際の剥がれという課題を抑制できる。したがって、ワイヤボンディング工程における歩留りが飛躍的に向上する。加えて、別途、密着層を形成しなくても優れた密着性を得られるので、相互拡散の問題が生じることもなく、しかもインクジェット式記録ヘッドの製造プロセスが複雑化して、製造コストが高騰するという課題が生じることもない。更に、第1電極膜の膜厚を小さくすることができるので、第1電極膜をエッチングしてパターンニングする場合に、オーバーエッチングの問題を生じることもない。

【0010】また、請求項2記載の発明は、請求項1記載の発明において、前記金合金として金-クロム合金又は金-ゲルマニウム合金を用いることを特徴とする。金合金としては、上記合金が例示されるが、本発明はこれらの合金に限定されるものではない。

【0011】また、請求項3記載の発明は、請求項1又は2記載の発明において、前記金又は金合金が（100）方向に配向していることを特徴とする。具体的には、成膜基板として（100）方向に配向した MgO 基板等を用いることにより、金等を（100）方向に配向させることができる。尚、成膜基板が（100）方向に配向することにより、PZT等の圧電体薄膜は（001）方向に配向することになる。

【0012】また、請求項4記載の発明は、請求項3記載の発明において、前記圧電体薄膜として、a軸及びb軸方向の格子定数が4.00085Åを超える強誘電体薄膜を用いると共に、前記第1電極膜として金を用いることを特徴とする。PZT等の圧電体薄膜が（001）方向に配向（圧電体薄膜のc軸が成膜基板の基板面に対して垂直方向に配向）すれば、圧電体薄膜のa軸及びb軸は成膜基板の基板面に沿うように配向する。また、従来の第1電極膜に用いられる白金の格子定数は3.92

31Åである一方、本発明の第1電極膜に用いられる金の格子定数は4.0786Åである。したがって、圧電体薄膜におけるa軸及びb軸方向の格子定数が4.00085Å[(3.9231Å+4.0786Å)÷2=4.00085Å]を超えていれば、圧電体薄膜と金との格子のミスマッチが、圧電体薄膜と白金との格子のミスマッチより小さくなるので、圧電体薄膜の残留応力が小さくなる。

【0013】また、請求項5記載の発明は、請求項4記載の発明において、前記強誘電体薄膜として、化学式 $Pb_xLa_yTi_zZr_wO_3$ で表され且つ組成範囲が下記(1)又は(2)のうちから選択された1つの組成範囲を有するものを用いることを特徴とする。

(1) $x=1$ 、 $y=0$ 、 $0.2 \leq z \leq 0.55$ (好ましくは、 $0.2 \leq z \leq 0.52$)、 $z+w=1$

(2) $0.75 \leq x < 1$ 、 $x+y=1$ 、 $0.3 \leq z < 1$ 、 $z+w=1$

強誘電体薄膜(圧電体薄膜)が上記のもので構成されて

いれば、大多数のものはa軸及びb軸方向の格子定数が4.00085Åを超えているので、前記請求項4記載の作用が円滑に達成される。具体的には、(1)の組成のもの(PZT)では、図1から明らかなように、大多数のものはa軸及びb軸方向の格子定数が4.00085Åを超えていることが認められる。また、(2)の組成のもの(PLZT)では、組成に関するパラメータが多く、全てのものの格子定数を示すことができないので、代表的なものについての格子定数を、下記表1に示す。表1から明らかなように、大多数のPLZTではa軸方向の格子定数が4.00085Åを超えていることが認められる。尚、正方晶の場合は、a軸方向の格子定数=b軸方向の格子定数となり、菱面体の場合には、a軸方向の格子定数=b軸方向の格子定数=c軸方向の格子定数となるので、a軸方向の格子定数のみを考慮すれば足る。

【0014】

【表1】

| La/Zr/Ti (=y/w/z) | 格子定数 (Å) | 結晶構造 |
|-------------------|------------------|---------|
| 2/65/35 | 4.093 | 菱面体 |
| 6/65/35 | 4.092 | 菱面体 |
| 7/58/42 | a=4.066, c=4.086 | 正方晶 |
| 7/62/38 | 4.086 | 菱面体 |
| 7/65/35 | 4.096 | 菱面体 |
| 7.5/38/62 | a=4.062, c=4.106 | 正方晶 |
| 8/10/90 | a=3.971, c=4.034 | 正方晶 |
| 8/40/60 | a=4.029, c=4.074 | 正方晶 |
| 8/50/50 | a=4.059, c=4.086 | 正方晶 |
| 8/53/47 | a=4.051, c=4.081 | 正方晶 |
| 8/58/42 | a=4.076, c=4.088 | 正方晶 |
| 8/60/40 | a=4.078, c=4.086 | 正方晶/菱面体 |
| 8/65/35 | 4.091 | 菱面体 |
| 8/70/30 | 4.116 | 菱面体 |
| 10/65/35 | 4.091 | 菱面体 |
| 12/65/35 | 4.090 | 菱面体 |
| 18/10/90 | a=3.958, c=3.985 | 正方晶 |

【0015】また、請求項6記載の発明は、請求項1、2、3、4又は5記載の発明において、前記第1電極膜上に、前記圧電体薄膜が直接形成されていることを特徴とする。また、請求項7記載の発明は、請求項1、2、3、4又は5記載の発明において、前記第1電極膜と前記圧電体薄膜との間には、Zrを含まない初期層が形成されていることを特徴とする。このような構成であれば、圧電体薄膜の成長開始段階での ZrO_2 の成長を防止することができるので、より良好なPZT薄膜を得ることができる。

【0016】また、請求項8記載の発明は、請求項7記載の発明において、前記初期層として、化学式 $Pb_xLa_yTi_zZr_wO_3$ (但し、 $0.7 \leq x \leq 1$ 、 $x+y=1$ 、 $0.925 \leq z \leq 1$ 、 $w=0$)で表される強誘電体薄膜を用いることを特徴とする。上記の如く初期層としてPLTを用いることができるが、図2に示すように、上記PLTのa軸方向の格子定数は小さい(3.95Å以下)ので、金の格子定数との差異が大きいので問題になるとも考えられる。しかし、一般に、初期層の厚みは100~200Åと極めて小さいので、上記の問題

は大きな問題ではない。

【0017】また、上記目的を達成するために、本発明のうちで請求項9記載の発明は、圧力室を備えたインク流路構造体の圧力室形成面上に、インクを吐出させるための振動板膜とペロブスカイト結晶構造を有する圧電体薄膜とを有する圧電素子が形成されると共に、上記圧電体薄膜における上記圧力室側の面に第2電極膜が形成される一方、上記圧電体薄膜における他方の面に第1電極膜が形成されたインクジェット式記録ヘッドにおいて、上記第1電極膜として、導電性酸化物を用いることを特徴とする。

【0018】このように、第1電極膜として導電性酸化物を用いれば、Zrを含まない初期層を形成することなく成膜開始段階での ZrO_2 の成長を防ぐことができる。したがって、インクジェット式記録ヘッドの製造プロセスが複雑化して、製造コストが高騰するという課題を生じることなく、良好なPZT薄膜を作製することが可能となる。尚、この場合には、第1電極膜と外部電極パターンとの接続方法としては、導電性ペースト法を用いるのが好ましい。

【0019】また、請求項10記載の発明は、請求項9記載の発明において、前記導電性酸化物の格子定数が3.8Å以上であることを特徴とする。このように規制するのは、導電性酸化物の格子定数が3.8Å未満になると、圧電体薄膜と導電性酸化物との格子のミスマッチが大きくなり、圧電体薄膜の残留応力が大きくなるので、インクジェット式記録ヘッドの歩留まりが低下するからである。

【0020】また、請求項11記載の発明は、請求項9又は10記載の発明において、前記導電性酸化物として、ペロブスカイト構造の導電性酸化物を用いることを特徴とする。また、請求項12記載の発明は、請求項11記載の発明において、前記ペロブスカイト構造の導電性酸化物が、 $LaNiO_3$ 、 $LaCrO_3$ 、 $SrRuO_3$ 、 $CaRuO_3$ 、 $LSCO$ ($La_{1-x}Sr_xCoO_3$ で表され、 $0 \leq x \leq 1$ である)又は超伝導材料から成る群から選択されることを特徴とする。

【0021】また、請求項13記載の発明は、請求項12記載の発明において、前記超伝導材料として、化学式 $YBa_2Cu_3O_{7-x}$ (但し、 $0 \leq x \leq 0.4$)で表される超伝導材料を用いることを特徴とする。また、請求項14記載の発明は、請求項9、10、11、12又は13記載の発明において、前記圧電体薄膜として、化学式 $Pb_xLa_yTi_zZr_wO_3$ で表され且つ組成範囲が下記(1)～(3)のうちから選択された1つの組成範囲を有するものを用いることを特徴とする。

(1) $0.7 \leq x \leq 1$ 、 $x+y=1$ 、 $0.925 \leq z \leq 1$ 、 $w=0$

(2) $x=1$ 、 $y=0$ 、 $0.2 \leq z < 1$ 、 $z+w=1$

(3) $0.75 \leq x < 1$ 、 $x+y=1$ 、 $0.3 \leq z <$

1、 $z+w=1$

【0022】

【発明の実施の形態】(第1の形態)本発明の第1の形態を、図3及び図4に基づいて、以下に説明する。図3は本発明にかかる実施の形態のインクジェット式記録ヘッドの断面図であり、図4(a)～(e)は図3のインクジェット式記録ヘッドの製造工程を示す断面図である〔図4(a)～(e)においては、理解の容易のために、図3におけるA-B部のみを図示している〕。

【0023】図3に示すように、本発明のインクジェット式記録ヘッドはインク流路構造体1を有しており、このインク流路構造体1には、インクの吐出口(図示せず)と連通すると共にインクを収容する圧力室2が形成されている。この圧力室2上には、ヤング率の大きなNiCrから成る振動板膜3(厚み: $0.3 \mu m$)が形成されており、この振動板膜3は後述の圧電体薄膜5により振動して、インクの吐出口からインク滴を吐出する。また、上記振動板膜3と上記インク流路構造体1とは、接着剤層8により接着されている。

【0024】上記振動板膜3上には、白金から成る第2電極膜4(厚み: $0.3 \mu m$)と、ペロブスカイト結晶構造を有するPZT($PbZr_{0.5}Ti_{0.5}O_3$ 、格子定数=4.0360Å)から成る圧電体薄膜5(厚み: $2.0 \mu m$)と、この圧電体薄膜5と組成及び結晶構造が近似しており、 $PbTiO_3$ で表される強誘電体薄膜から成る初期層6(厚み: $100 \sim 200 \text{ Å}$)と、金(格子定数=4.0786Å)から成る第1電極膜7(厚み: $0.3 \mu m$)とが形成されている。尚、上記圧電体薄膜5と、初期層6と、第1電極膜7とは、これらの膜5・7及び層6を形成する際に用いる後述の成膜基板が(100)方向に配向しているということから、これらの膜5・7及び層6が(001)方向に配向するよう構成されることになる。

【0025】ここで、上記構造のインクジェット式記録ヘッドを、以下のようにして作製した。まず、(100)方向に配向したMgO単結晶基板から成る成膜基板9を用意した後、図4(a)に示すように、下記に示す条件でrf-マグネトロンスパッタリングを行って、成膜基板9の一方の面に金を $0.3 \mu m$ 堆積させ、その後、必要に応じてパターンニングすることにより、第1電極膜7を形成した。

スパッタ条件

基板温度: $400 \sim 700^\circ C$

スパッタガスの種類: $Ar/O_2 = 25/0 \sim 25/10$

ガス圧: $0.1 \sim 5 Pa$

高周波出力: $50 \sim 200 W$

周波数: $13.56 MHz$

【0026】次に、図4(b)に示すように、下記に示す条件でrf-マグネトロンスパッタリングを行って、

上記第1電極膜7上に PbTiO_3 を150Å堆積させた。

スパッタ条件

基板温度：500～700℃

スパッタガスの種類： $\text{Ar}/\text{O}_2 = 95/5 \sim 50/50$

ガス圧：0.1～3.0Pa

高周波出力：1.5～5.0W/cm²

ターゲット： PbO と TiO_2 とを混合したもの（但し、20mol%だけ PbO を過剰に添加）

周波数：13.56MHz

【0027】次いで、下記に示す条件でrf-マグネトロンスパッタリングを行って、上記 PbTiO_3 膜上にPZT($\text{Pb}_{0.50}\text{Ti}_{0.50}\text{O}_3$)を2.0μm堆積させた。

スパッタ条件

基板温度：500～700℃

スパッタガスの種類： $\text{Ar}/\text{O}_2 = 95/5 \sim 50/50$

ガス圧：0.1～3.0Pa

高周波出力：1.5～5.0W/cm²

ターゲット：PZT焼結体（但し、20mol%だけ PbO を過剰に添加）

周波数：13.56MHz

【0028】その後、rf-マグネトロンスパッタリングを行って、上記圧電体薄膜5上に白金を0.6μm堆積させ、更に、必要に応じてパターニングすることにより、第2電極膜4を形成した。しかる後、上記 PbTiO_3 膜と上記PZT膜とを、室温でフッ硝酸水溶液にてエッチング（ケミカルエッチング）することにより、初期層6と圧電体薄膜5とを形成した。

【0029】次に、図4(c)に示すように、上記インク流路構造体1と、上記第2電極膜4と、上記圧電体薄膜5との表面部を NiCr 膜で覆って振動板膜3を形成した。次いで、図4(d)に示すように、上記インク流路構造体1と上記振動板膜3とを接着剤により接着した。最後に、成膜基板9を60～80℃に加熱したリン酸溶液に0.5～2時間浸漬して、成膜基板9をエッチング除去することにより、図4(e)に示すようなインクジェット式記録ヘッドを作製した。

【0030】ここで、第1電極膜7としては金に限定するものではなく、金-クロム合金又は金-ゲルマニウム合金等の金合金を用いることも可能である。また、圧電体薄膜5としては上記PZTに限定するものではなく、PLZT($\text{Pb}_{0.9}\text{La}_{0.1}(\text{Zr}_{0.1}\text{Ti}_{0.9})_{0.975}\text{O}_3$)を用いることもできる。尚、この場合のスパッタ条件は以下の通りであり、またエッチングは、室温でフッ硝酸水溶液を用いて行うことができる。

スパッタ条件

基板温度：500～700℃

スパッタガスの種類： $\text{Ar}/\text{O}_2 = 95/5 \sim 50/50$

ガス圧：0.1～3.0Pa

高周波出力：1.5～5.0W/cm²

ターゲット：PLZT焼結体（但し、20mol%だけ PbO を過剰に添加）

周波数：13.56MHz

【0031】更に、振動板膜3の材料としては上記 NiCr に限定するものではなく、ヤング率の大きな Cr 又は SiO_2 等を用いることができる。また、振動板膜3の厚みは上記に示す値に限定するものではないが、0.05～10μmの範囲であるのが望ましい。これは、振動板膜3の厚みが0.05μm未満であると十分な応力や振動が発生しない一方、振動板膜3の厚みが10μmを超えるとこれに伴って圧電体薄膜5の厚みも大きくする必要が生じてインクジェット式記録ヘッドの大型化を招くという課題を有するからである。

【0032】加えて、第2電極膜4、圧電体薄膜5及び第1電極膜7の厚みは上記に示す値に限定するものではなく、各々、第2電極膜4は0.05～0.7μmの範囲、圧電体薄膜5は0.5～5.0μmの範囲、第1電極膜7は0.05～0.7μmの範囲であれば、上記と同様の効果がある。尚、このような範囲が好ましい理由は、各膜4・5・7が最低値未満であると各膜4・5・7の有する機能を十分に発揮することができない一方、各膜4・5・7が最高値を超えるとインクジェット式記録ヘッドの大型化を招くという課題を有するからである。

【0033】また、成膜基板9としては、(100)方向に配向した MgO 単結晶基板に限定するものではなく、(100)方向に配向した Si 結晶基板等、後の工程でエッチングが可能な材料であればその種類は問わない。更に、インク流路構造体1は上記の如く凹状構造体を一体形成したものに限定するものではなく、例えば、複数の材料を接着することにより凹状の溝を形成するような構造であっても良いことは勿論である。

【0034】（第2の形態）成膜基板9上に形成する第1電極膜7として、金の代わりにペロブスカイト構造の導電性酸化物(LaNiO_3 から成り、膜厚：0.2μm、格子定数：3.86Å、結晶構造：立方晶)を用いると共に、 PbTiO_3 から成る初期層6を形成しない他は、上記第1の形態と同様にしてインクジェット式記録ヘッドを作製した。尚、第1電極膜7としての LaNiO_3 は、下記に示す条件でrf-マグネトロンスパッタリングを行うことによって作製した。

スパッタ条件

基板温度：650～800℃

スパッタガスの種類： $\text{Ar}/\text{O}_2 = 2/20 \sim 10/20$

ガス圧：0.1～5Pa

高周波出力：50～200W

周波数：13.56MHz

【0035】ここで、第1電極膜7として用いるペロブスカイト構造の導電性酸化物としては、上記LaNiO₃に限定するものではなく、下記表2に示すものを用い

ることもできる。尚、表2に示す導電性酸化物は下記表3に示す条件でrf-マグネトロンスパッタリングを行うことによって作製する。

【0036】

【表2】

| 第1電極膜材料 | 格子定数 | 結晶構造 |
|--|-------|------------------------|
| LaCrO ₃ | 3.90Å | 斜方晶 (擬ペロブスカイト単位格子部) |
| SrRuO ₃ | 3.93Å | " |
| CaRuO ₃ | 3.85Å | " |
| LSCO (La _{0.5} Sr _{0.5} CoO ₃) | 3.82Å | " |

尚、上記第1電極膜材料は斜方晶であり、この斜方晶においては図5の実線部が単位格子である。但し、本発明においては点線で示す擬ペロブスカイト単位格子の格子定数が問題となるので、その値を記載している。

【0037】

【表3】

| 第1電極膜材料 | 基板温度 (℃) | スパッタ ガス | ガス圧 (Pa) | 高周波 出力 (W) | 膜厚 (μm) |
|--|-------------|-----------------------------------|-------------|------------------|------------|
| LaCrO ₃ | 650～ 800 | Ar/O ₂ =2/20 ～10/20 | 0.1 ～5 | 50 ～200 | 0.2 |
| SrRuO ₃ | 600～ 800 | Ar/O ₂ =16/4 ～8/12 | 0.1 ～5 | 50 ～200 | 0.2 |
| CaRuO ₃ | 600～ 800 | Ar/O ₂ =16/4 ～8/12 | 0.1 ～5 | 50 ～200 | 0.2 |
| LSCO (La _{0.5} Sr _{0.5} CoO ₃) | 650～ 800 | Ar/O ₂ =2/20 ～10/20 | 0.1 ～5 | 50 ～200 | 0.2 |

尚、周波数は13.56MHzである。

【0038】また、第1電極膜7としては下記表4に示すYBa₂Cu₃O_{7-x}（但し、0≤x≤0.4、膜厚：0.3μm）で表される超伝導材料を用いることも可能である。尚、表4に示す超伝導材料は下記に示す条

件でrf-マグネトロンスパッタリングを行うことによって作製した。

【0039】

【表4】

| 第1電極膜材料 | 格子定数（a軸） | 格子定数（a軸） |
|---|----------|----------|
| YBa ₂ Cu ₃ O _{6.6} (x=0.4) | 3.83Å | 3.88Å |
| YBa ₂ Cu ₃ O _{7.0} (x=0) | 3.82Å | 3.85Å |

【0040】スパッタ条件

基板温度：600～700℃

スパッタガスの種類：Ar/O₂ = 15/35～35/15

ガス圧：0.1～5Pa

高周波出力：50～200W

周波数：13.56MHz

【0041】更に、圧電体薄膜5としては前記第1の形態で示すPZT、PLZTに限定するものではなく、PbTiO₃等を用いることもできる。尚、この場合のスパッタ条件は以下の通りであり、またエッチングは、室温でフッ硝酸水溶液を用いて行うことができる。

スパッタ条件

基板温度：500～700℃

スパッタガスの種類：Ar/O₂ = 95/5～50/50

ガス圧：0.1～3.0Pa

高周波出力：1.5～5.0W/cm²

ターゲット：PbO、TiO₂粉末の混合物（但し、20mol%だけPbOを過剰に添加）

周波数：13.56MHz

【0042】

【実施例】〔実施例1〕実施例1としては上記第1の形態に示す方法により作製したインクジェット式記録ヘッドを用いた。このようにして作製したインクジェット式記録ヘッドを、以下、本発明ヘッドAと称する。

【0043】〔比較例〕第1電極膜として白金を用いた他は、上記実施例1と同様にしてインクジェット式記録ヘッドを作製した。このようにして作製したインクジェット式記録ヘッドを、以下、比較ヘッドXと称する。

【0044】〔実験〕上記本発明ヘッドA及び比較ヘッドXにワイヤーボンディングし、その後に引っ張り試験

を行い、ワイヤーボンディング時及びその後に引っ張り試験時における電極剥離率を調べたので、その結果を表5に示す。

【0045】

【表5】

| ヘッドの種類 | 電極剥離率(%) | |
|---------|-------------|---------|
| | ワイヤーボンディング時 | 引っ張り試験時 |
| 本発明ヘッドA | 0～5 | 0～10 |
| 比較ヘッドX | 20～30 | 20～40 |

【0046】上記表5から明らかなように、本発明ヘッドAではワイヤーボンディング時及びその後に引っ張り試験時における電極剥離率が極めて小さいのに対して、比較ヘッドXではワイヤーボンディング時及びその後に引っ張り試験時における電極剥離率が極めて大きくなっていることが認められる。

【0047】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、インクジェット式記録ヘッドの歩留りが低下したりオーバーエッチングが生じたりするのを抑制しつつ、圧電体薄膜の残留応力の低減と製造コストの低減とを図ることができるという優れた効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は化学式 $Pb_xLa_yTi_zZr_wO_3$ ($y=0$) で表される圧電体薄膜における z の値と、格子定数との関係を示すグラフである。

【図2】図2は化学式 $Pb_xLa_yTi_zZr_wO_3$ ($w=0$) で表される圧電体薄膜における y の値と、格

子定数との関係を示すグラフである。

【図3】図3は本発明のインクジェット式記録ヘッドの断面図である。

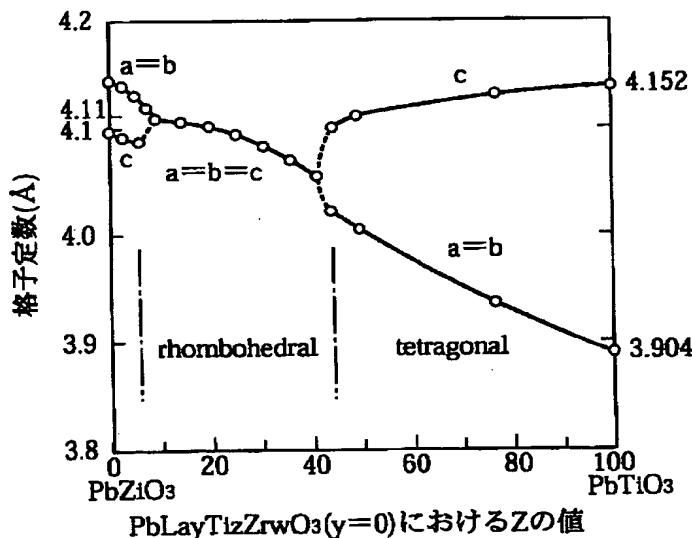
【図4】図4(a)～(h)は図3のインクジェット式記録ヘッドの製造工程を示す断面図である。

【図5】図5は導電性ペロブスカイトの構造の説明図である。

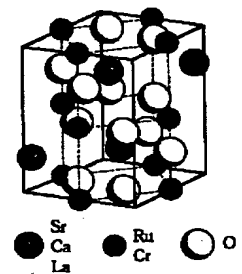
【符号の説明】

- 1：インク流路構造体
- 2：圧力室
- 3：振動板膜
- 4：第2電極膜
- 5：圧電体薄膜
- 6：初期層
- 7：第1電極膜
- 8：接着剤層
- 9：成膜基板

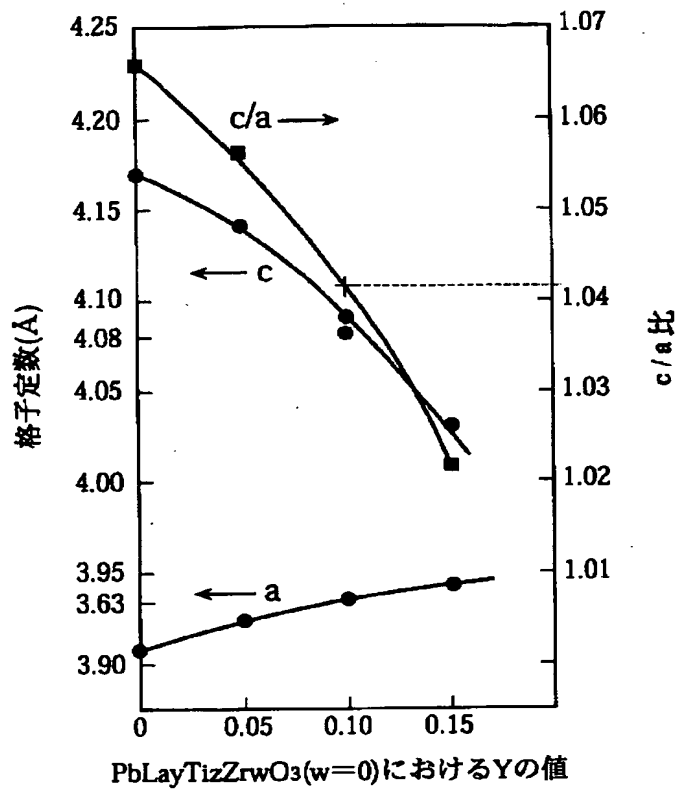
【図1】



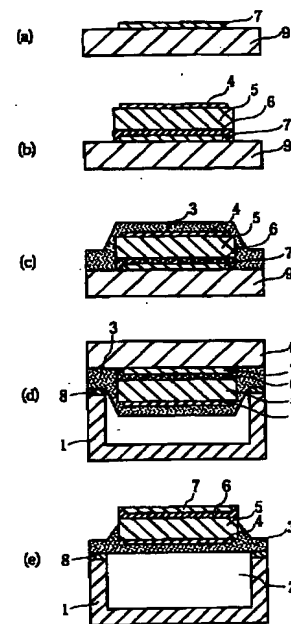
【図5】



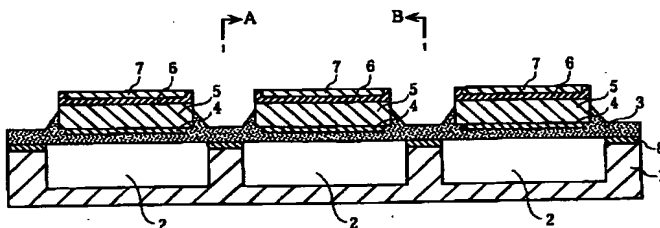
【図2】



【図4】



【図3】



フロントページの続き

(72)発明者 高山 良一
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 鎌田 健
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

Fターム(参考) 2C057 AF66 AF93 AG44 AG85 AG92
AG93 AP02 AP31 BA14